(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

UO‘K: 622.453 10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.32

SAQLANISH QONUNI ASOSIDA YER OSTI KON LAHIMLARINI EJEKSIYA JARAYONINI MATEMATIK MODELLARINI TAHLILI






Ravshanov Avaz Ali o‘g‘li
“NKMK” AJ Janubiy kon boshqarmasi O‘quv-kurs kombinati ishlab chiqarish ta’limi ustasi, Navoiy, O‘zbekiston

Nurxonov Xusan Almirza o‘g‘li
Qarshi davlat texika universiteti, “Geologiya va konchilik ishi” kafedrasi dotsenti t.f.f.d. (PhD), Qarshi, O‘zbekiston
ORCID ID: 0000-0003-4526-7211

Nizomov To‘lqin Najimovich
“NKMK” AJ Janubiy kon boshqarmasi bosh muhandisi, Navoiy, O‘zbekiston

Eshtilavov Salohiddin Adilovich
“NKMK” AJ Janubiy kon boshqarmasi Zarmitan koni shamollatish uchastkasi boshlig‘i, Navoiy, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada yer osti konlarida ventilyatsiya tizimining nazariy asoslari tahlil qilingan. Havo sarfi Q ning qarshilik R va havo zichligi ρ ga bog‘liqligi turli mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan matematik modellarga tayangan holda ko‘rib chiqildi. I.I. Medvedev, D.I. Alimenko hamda N.N. Mohirev tomonidan taklif etilgan tenglamalar asosida havo oqimining impuls va energiya saqlanish qonunlari doirasida baholanishi yoritilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, qarshilik ortishi bilan havo sarfi kamayishi, zichlik ortishi esa havo sarfini oshirishi aniqlandi. Shuningdek, oqimlarning aralashuvi, devor bilan ishqalanish va energiya yo‘qotishlari shamollatish samaradorligiga bevosita ta’sir etishi qayd etildi.*
Kalit so‘zlar: *zaharli gazlar, havo harakati, zichlik, oqim, mahalliy ventilyator, yer osti kon lahimi, devor, energiya saqlanish qonuni, portlash, shaxta, static bosim, kenetik energiya, zarba, havo aralashishi.*

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ЭЖЕКЦИИ В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ НА ОСНОВЕ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ

Равшанов Аваз Али угли
Мастер производственного обучения Учебно-курсового комбината Южного рудоуправления АО «НГМК», Навои, Узбекистан

Нурхонов Хусан Алмирза угли
Каршинский государственный технический университет, доцент кафедры геологии и горного дела, доктор философии (PhD), Карши, Узбекистан

Низомов Тулкин Нажимович
Главный инженер Южного рудоуправления, АО «НГМК», Навои, Узбекистан

Эштилавов Салохиддин Адилович
Начальник вентиляционного участка рудника Зармитан Южного рудоуправления АО «НГМК», Навои, Узбекистан

Аннотация. *В статье рассматриваются теоретические основы функционирования вентиляционных систем в подземных горных выработках. На основе математических моделей, предложенных И.И. Медведевым, Д.И. Алимёнко и Н.Н. Мохиревым, проведён анализ зависимости расхода воздуха QQQ от сопротивления RRR и плотности воздуха ρρρ. Показано, что с ростом сопротивления расход воздуха уменьшается, тогда как увеличение плотности приводит к росту расхода. Установлено, что процессы смешивания потоков, трение о стенки выработок и энергетические потери оказывают существенное влияние на эффективность вентиляции.*

Ключевые слова: *Вредные газы, движение воздуха, плотность воздуха, поток, местный вентилятор, подземная горная выработка, стенки выработок, закон сохранения энергии, взрыв, шахта, статическое давление, кинетическая энергия, ударные силы, смешивание воздушных потоков.*

ANALYSIS OF MATHEMATICAL MODELS OF THE EJECTION PROCESS IN UNDERGROUND MINE WORKINGS BASED ON THE LAW OF CONSERVATION

Ravshanov Avaz Ali ugli

Master of Industrial Training of the Training and Courses Combine of the Southern Ore Administration of JSC "NMMC", Navoi, Uzbekistan

Nurkhonov Khusan Almirza ugli

Karshi State Technical University, Docent of the Department of Geology and Mining, PhD, Karshi, Uzbekistan

Nizomov Tulkin Najimovich

Chief Engineer of the Southern Mining Department of "NMMC" JSC, Navoi, Uzbekistan

Eshtilov Salohiddin Adilovich

Head of the ventilation section of the Zarmitan mine of the Southern Ore Administration of "NMMC" JSC, Navoi, Uzbekistan

Abstract. *The article examines the theoretical foundations of ventilation system operation in underground mine workings. Based on mathematical models proposed by I.I. Medvedev, D.I. Alimenko, and N.N. Mohirev, an analysis of the dependence of air flow rate Q on resistance R and air density ρ has been carried out. It has been shown that as resistance increases, the air flow decreases, while an increase in density leads to a higher flow rate. It has also been established that flow mixing, wall friction, and energy losses have a significant impact on ventilation efficiency.*

Keywords: *Toxic gases, air movement, air density, flow, local fan, underground mine working, mine walls, law of energy conservation, explosion, mine, static pressure, kinetic energy, impact forces, air flow mixing.*

Kirish. Yer osti foydali qazilmalarni xavfsiz olib borishning eng muhim omillaridan biri bu – ventilyatsiya tizimi orqali qazib olish uchastkalariga yetarlicha miqdorda va normativga koʻrsatilgan miqdorda toza havo yetkazib berilishidir. Chunki konlardagi toza havo tarkibi ishchilar salomatligi, mehnat xavfsizligi hamda texnika-texnologiyalarni barqaror ishlashiga taʼsir koʻrsatadi. Agar shaxtaga yetarli miqdorda toza havo yetqazib berilmasa, zaharli gazlarning koʻpayib bir joyga toʻplanishi, kislorod miqdorining kamayib ketishi, portlash xususiyatiga ega va gaz aralashmalarining hosil boʻlishi natijasida xavfli portlashlar yuzaga kelishi mumkin. Ventilyatsiya tizimining asosiy vazifasi – qazib olish uchastkalari va havo oqimlarini toʻgʻri taqsimlash uchun yordamchi lahimlarda, gaz va chang aralashmalarini oʻz vaqtida chiqarib yuborish, hamda shaxta temperaturasi va namlikni normativ boʻyicha ushlab turishdan iborat. Yer osti kon lahimlarining har bir uchastkada shamollatish ishlarining samarali ishlashini nazorat qilib turish, toza havo oqimlarini loyiha normativlari boʻyicha koʻrsatilgan meʼyorlarga mos ravishda tartibga solish konchilik korxonalarining eng muhim va asosiy vazifalaridan biri boʻlib qoladi.

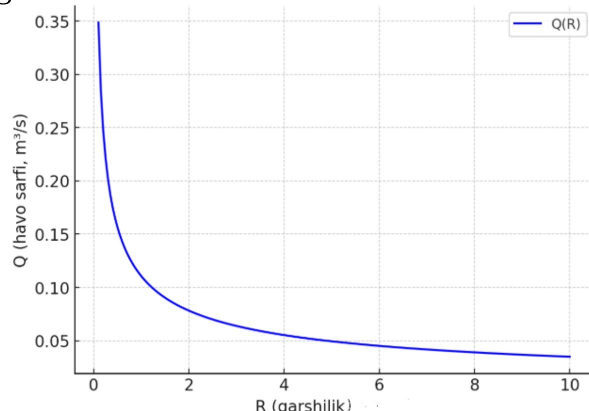
Adabiyotlar tahlili va metodlar. Kon lahimiga yoʻnaltirilgan havoning umumiy sarfi Q uchun (1) formula I.I. Medvedev tomonidan ejeksiyalovchi, ejeksiyalanuvchi va umumiy oqimlarning kinetik energiyalari muvozanati tenglamasida keltirilgan [1]. Oqimlarni aralashtirishda kinetik energiyaning yoʻqolishi, impulsning saqlanish qonunida tenglamasida hisoblab chiqilgan, bunda, soddalashtirishlarga tegishli bazi bir momentlarni hisobga olmaganda, impulsning saqlanish tenglamasini oʻzi kelib chiqadi. Impulsning saqlanish tenglamasida oqimlar aralashtirilganda harakat miqdori umuman oʻzgarmaydi. Ejeksiya jarayon orqali hosil boʻladigan statik bosimlar farqi taʼsirida oʻzgaradi. Impulsning saqlanishi oqibatida havo oqimining devorga ishqalanishi va aralashtirish kamerasi tomonidan uning torayishi-kengayishi natijasida impuls tenglamasidan tashqariga chiqmasligini anglatadi.

$$Q = \frac{q}{\sqrt{\frac{fS}{2}\left(\frac{2g}{\rho}R+\frac{1}{F^2}+\frac{1}{S^2}\right)}} \quad (1)$$

bu yerda ρ - havo zichligi (kg/m^3), R-

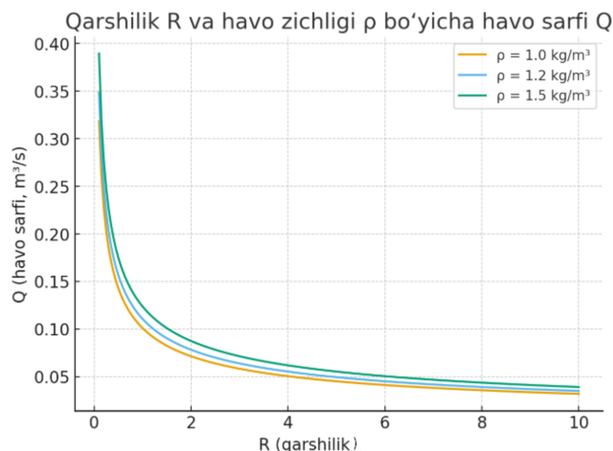
(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

shamollatiliyotgan lahimning qarshiligi (kgs/sm^2), g=9.8 erkin tushish tezlanishi.



1-rasm. Shamollatish lahimida havo sarfining qarshilikka bog‘liqligi.

1-rasmda ko‘rinib turibdiki, 1-formuladan kelib chiqadigan bo‘lsak, qarshilik R ortishi bilan havo sarfi Q kamayib borishini ko‘rib turibmiz. Grafik teskari proporsional bog‘lanishni ko‘rsatmoqda. Demak, shamollatish lahimining qarshiligi oshsa, unga sarflanadigan havo miqdori kamayadi.



2-rasm. Qarshilik R va havo zichligi ρ bo‘yicha havo sarfi Q ga bog‘liqligi.

Uchta turli havo zichligi (ρ=1.0, 1.2, 1.5 kg/m³) uchun havo sarfi Q ning qarshilik R ga bog‘lanishi ko‘rsatildi. Zichlik ortganda Q qiymati yuqoriroq bo‘ladi. Barcha hollarda qarshilik R oshishi bilan Q kamayadi.

Ejeksiyalanayotgan oqimning kinetik energiyasi yetarlicha kichik deb hisoblangan va nolga tenglashtirilgan. Bundan kelib chiqadigan bo‘lsa, yaqinlashuv kamerasida harakat oqimining ko‘ndalang kesim yuzasi kichiklashganligi va ejeksiyalanayotgan oqim tezligi ortgan sari yanada murakkablashadi. Ejeksiya jarayonda paralel yoki qarama-qarshi oqimlarning harakat ta’siri e’tiborga olinmadi. T.Ye.Gumenyukning ilmiy tadqiqot ishlarida shunga o‘xshash formula (1) ning F=S bo‘lgandagi oddiy holat deb hisoblagan [2].

Yer osti kon lahimiga yuboriladigan havoning o‘rtacha miqdori Q uchun (2) tenglama D.I.Alimenko energiyaning saqlanish qonuniga asoslangan bo‘lib, bunda (1) formuladan farqli o‘laroq, ayrim qiymatlarni olishda ejeksiyalanayotgan oqimning energiyasi nolga teng deb hisoblanmagan [3].

$$\xi_1 \frac{1}{4}\frac{Q}{q}\left(1+\frac{\frac{Q}{q}-1}{\frac{S}{f}-1}\right)^2+(1+\xi_2)\frac{\left(\frac{Q}{q}\right)^3}{\left(\frac{S}{f}\right)^2}-\frac{\left(\frac{Q}{q}-1\right)^3}{\left(\frac{S}{f}-1\right)^2}+\frac{2gRf^2}{\rho}\left(\frac{Q}{q}\right)^3=1 \qquad (2)$$

bu yerda ξ_1- havo aralashtirish kamerasiga kirish, shamollatuvchi quvur yon devoriga beriladigan zarba va ishqalanish qarshiliklarining umumiy yig‘indi koeffitsiyenti, ξ_2- havo aralashtirish kamerasidan chiqishdagi umumiy qarshilik koeffitsiyenti.

Ikkala tamondan qo‘shilgan umumiy havo oqimlarning aralashtirishda energiya yo‘qotilishini aniqlash uchun G.N.Abramovich, I.Ye.Idelchik va bir nechta mualliflar tomonidan tadqiq qilingan hamda turbulent oqimlar nazariyasidagi eksperimental bog‘liqliklardan foydalanilgan [4]. Ikkala tamonda qo‘shilgan umumiy havo oqimlarini aralashtirish natijasida energiyaning ma’lum bir qismi yo‘qotilish yuzaga keladi, hamda, umumiy havo oqimlarini aralashtirish kamerasiga kirish va aralashtirish kamerasidan chiqishdagi energiya bir qismi yo‘qotilishi “diapazonli” tarzda hisobga olindi, bunda, energiya yo‘qotish koeffitsiyentlari uchun kerak bo‘ladigan barcha qiymatlar diapazoni ko‘rsatildi. Energiyaning yo‘qotilish formulasidan kelib chiqadigan bo‘lsak, ayrim qiymatlar diapazoni bilan ham beriladigan noaniq koeffitsiyentlar o‘zgarib boradi, ya’ni oqimning turbulent tuzilish koeffitsiyenti, oqimning kengayish burchagi, Reynolds soni ham kiradi.

Yuqorida keltirilgan 2 tenglamadagi ξ_1 va ξ_2 koeffitsiyentlar aniq bir raqamlar bilan asoslanmagan va sonli sanoqda ularni taxminiy sonlar bilan ifodlangan bo‘lish kerak, aks holda sanoq olish imoki bo‘lmaydi. Tenglamada keltirilgan koeffitsiyentlarni variatsiyalash shuni ko‘r-

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 3
2025

satdiki, berilgan masalaning miqdor jihatdan aniq yechimini aynan shu koeffitsiyentlar bilan aniqlash imkonini beradi: kon lahimi uchun yetarlicha kichik koeffitsiyentlarda yuboriladigan istalgancha katta Q havo sarfiga, yetarlicha katta koeffitsiyentlarda esa istalgancha kichik sarfiga erishish imkonini beradi. Xulosa qilib aytish mumkinki, energiya yo‘qotishlarni aniqlamasdan turib, masala to‘liq yechim topmagan - sifat hamda miqdoriy yechim uchun energiyaning ma’lum qismi yo‘qotishlarini aniqlash talab qilinadi. Bu yerda oqimlarning qo‘shilib ta’sir etishi hamda qarshi yo‘nalishda harakatlanishining ta’siri ham inobatga olinmaydi. Havo sarfi Q uchun yuqorida keltirilgan (3) formula uchun ham N.N.Mohirev tomonidan energiyaning saqlanish qonuni asosida qabul qilingan [6]:

$$Q = \sqrt[3]{\frac{S^2}{(F-f)^2\left(RS^2+1.091\frac{\rho}{2g}S^3\sqrt{\left(\frac{g}{\rho}R\right)^3-\frac{\rho}{2g}}\right)}} \cdot \sqrt[3]{\frac{\rho}{2g}q^3\left(\left(\frac{F-f}{F}\right)^2\frac{1.472\sqrt{f}}{\sqrt{S}+0.002885\sqrt{f}}-1\right)+RQ_0^3(F-f)^2} \quad (3)$$

Q_0 - Ventilyator-ejektor ishga tushishidan avvalgi havo oqimi (m^3/s). Bu sharoitda energiya yo‘qotilishi muallifning o‘z yondashuvi asosida aniqlanadi. Tenglamada impulsning saqlanish qonunidan foydalanishni qo‘pol ravishda buzilgan deb hisoblaydi va I.Ye.Ridelchik usuli bo‘yicha energiya yo‘qotish koeffitsiyentini hisoblash 1-turdagi ejektorlar, ya’ni “siqilgan” ejektorlar uchun yaroqsiz deb hisoblaydi [5]. Tadqiqotdan olingan tajriba natijalarini qayta ishlash asosida energiya yo‘qotish koeffitsiyentlari (“to‘liq gidravlik yo‘qotishlar”) uchun xususiy bog‘liqlikni oldi. Yo‘nalishi bir xil hamda qarama-qarshi bo‘lgan oqimlarning ejeksiya jarayoniga ta’siri ham e’tiborga olindi. (3) formula aniq bo‘lmagan koeffitsiyentlarni kiritish imkoni yo‘q va $R>R_{кр}$ bo‘lganda qo‘llaniladi, bu yerda $R_{кр}$ tenglamadagi maxrajning nolga tengligi shartidan aniqlab olinadi [6].

Xulosa. Yer osti konlarida foydali qazilmalarni qaizb olishda, xavfsizlik va samarali qazib olish jarayoni ventilyatsiya tizimi uchun eng muhimdir. Shaxtaga toza havo yetqazib berishda, normativ talablarga muvofiq miqdorda bo‘lishi, ishchilarning sog‘lig‘i va mehnat xavfsizligini ta’minlaydi, balki kon-texnik sharoitlarni yaxshilashga xizmat qiladi. Zaharli va portlovchi gaz aralashmalarining to‘planishi bu shamollatish samaradorligining pasayishiga olib keladi. Natijada portlash xavfining ortishi kuzatilishi mumkin. Tadqiqot tahlillar shuni ko‘rsatdiki, turli fizik qonunlarga asoslangan holda, kon lahimida havo sarfi Q qiymatini hisoblash usullari qo‘llaniladi. Jumladan, I.I. Medvedev (1), D.I. Alimenko (2) hamda N.N. Mohirev (3) tomonidan taklif etilgan formulalar impulsning saqlanishi va energiyaning saqlanishi qonunlariga asoslangan bo‘lib, ular yordamida havo sarfi hamda energiya yo‘qotishlari baholanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Медведев, И. И. (1970). Проветривание калийных рудников. Москва: Недра. 208 с.
2. Гуменюк, Т. Е. (1958). Исследование проветривания подземными участковыми вентиляторами без перемычки. Труды Карагандинского горного института, (3).
3. Алыменко, Д. Н. (1999). Работа вентиляционной установки комбинированного типа в рудничной вентиляционной сети (Диссертация кандидата технических наук). 159 с.
4. Идельчик, И. Е. (1948). Потери в потоке с неравномерным распределением скоростей. Труды института им. Н. Е. Жуковского, (62).
5. Казаков, Б. П., & Шалимов, А. В. (2002). Оптимизация подготовительных работ при проведении воздушно-депрессионной съёмки рудника. Горное эхо. Вестник горного института, (3), 35–37.
6. Ravshanov, A.A., Bo‘riyev, F.M., & Bobomurodov, A.Y. (n.d.). Yer osti shamollatish qurilmalarini tanlash va samaradorligini oshirish. In “Respublika janubida geologiya, kon-metallurgiya va neft-gaz sohalarining istiqbollari” mavzusidagi xalqaro ilmiy va ilmiy-texnik anjumani materiallari to‘plami (pp. 135–137).